

[短 報]

アーチェリー行射時における筋電図学的検討

金 相 勲*・武田 基 一*・菅田 真理**・戴 鶴 峰***
藤 田 透****・岡部 正 博*****

(平成 13 年 5 月 21 日受付, 平成 13 年 7 月 12 日受理)

An Examination of Surface EMG during Push-Pull in Archery

Sanghoon KIM, Motokazu TAKEDA, Mari SUGETA, Kakuhou TAI,
Toru FUJITA and Masahiro OKABE

The purpose of this study was to observe both muscular group activity in the upper limbs by using electromyogram (EMG) telemeter system and the body sway (X, Y components) during push-pull movement in archery

The subjects were three archers and one healthy adult (all males) as each performed three shots. The EMG was measured by using the bio-telemeter system. The EMG patterns of push-pull were examined using surface EMG electrode. The bow strength used strain gauge-direct amplifier system. The body sway (X, Y components) during push-pull movement was measured by equilibrium system.

The EMG activities in the muscular groups of the limbs showed different patterns during push-pull (drawing to release) movement in each subject. The bow's tension curve showed a two phase wave in the high level archer, but other subjects showed a one phase wave. The body sway (X, Y components) showed a large wave during the drawing movement and a small wave during holding movement in all subjects.

Key words: Archery, Electromyogram, X, Y component of body sway, Bow strength

キーワード: アーチェリー, 筋電図, 重心動揺 X, Y 成分, 弓の力

I. 緒 言

近年における韓国アーチェリー選手の活躍には、目を見張るものがある。この背景には体力的、技術的または心理的レベルの高いことがうかがえる。アーチェリーは、set-up(弓を引く準備動作), drawing(弦を顎の下まで引く動作), anchor(引き手と弦を顎の下に固定した状態), holding(anchorからreleaseする寸前まで), release(弦から指が離れる瞬間), follow through(release後の状態)の一連の動作に分けることができる。しかしアーチェリーに関する技術的要素の研究^{1-5, 7, 8)}や体力的要素に関する研究⁶⁾は、散見されるものの十分な結論

を見いだしているとは言い難い。この理由としては、①アーチェリーの弓具の開発が日進月歩であり、それに伴って技術も変遷している。②アーチェリーは運動強度が低く、老弱男女においても競技が可能であり、広範囲にわたる選手層を持っており、体力的要素をそれほど必要としない。などのことが考えられる。

そこで今回は、技術 level の異なるアーチェリー選手と未経験者を対象に、アーチェリー行射時における上肢の運動に係る筋群の筋活動と重心動揺を同時に観察し、比較・検討することを目的とした。

* 発育発達研究室, ** 体育研究所, *** 日本体育大学大学院健康科学・スポーツ医科学系, **** 東京工科専門学校, ***** 東京音楽大学

II. 対象および方法

1. 被験者

被験者は男子アーチェリー選手3名と健康な成人男子1名であった。各被験者の身体的特性は、Table 1 に示すごとくである。表中の得点は、30, 50, 70, 90 m の合計 1,440 点に対する個人ごとの試合における最高得点を示している。合計点の内訳は、30 m が 360 点 (6 射×6 回×10 点), 50 m が 360 点 (6 射×6 回×10 点), 70 m が 360 点 (6 射×6 回×10 点), 90 m が 360 点 (6 射×6 回×10 点) である。

2. 実験条件

A. アーチェリー行射時 (以下、行射時という) における筋電図の測定

行射時における筋電図は、テレメータ式筋電計 (SYNA ACT MT11, GE マルケット社製) を用いて測定した。筋電図は対象部位に銀塩化銀皿電極 (直径 0.8 cm) を貼付し筋の走行に沿って、電極間を約 3 cm 離して装着し、誘導した。時定数は、0.03 sec とした。筋電図は、DATA RECORDER (RD 200TPCM, TEAC 社製) に取り込み、その後、記録器 (OMUNI 8100, GE マルケット社製) に記録した。対象部位は、胸鎖乳突筋 (左右) M. sternocleidomastoideus, 僧帽筋中部 (左右) M. middle trapezius, 三角筋後部 (左右) M. posterior deltoid, 総指伸筋 (左右) M. extensor digitorum, 浅指屈筋 (左右) M. flexor digitorum superficialis の 10 部位であった。

B. 行射時における重心動揺の X (左右), Y (前後) 成分の測定

行射時における重心動揺の X, Y 成分は、重心動揺計 (平衡機能計測 98II Ver. 3.16, GE マルケット

社製) を用いて、前後 (Y 成分), 左右 (X 成分) の成分を DATA RECORDER (RD200TPCM, TEAC 社製) に取り込み、その後、記録器 (OMUNI 8100, GE マルケット社製) に記録した。被験者は、重心動揺計の台上に開脚で乗り、target の方向に対して 90 度横向きとなった状態で測定した。また重心動揺計と的との距離は、約 3 m 離れた。試射は各被験者とも 3 回行った。

C. 行射時における bow strength の測定

行射時の bow にかかる電圧変化 (tension curve) は、リムとハンドルの接続部位にストレインゲージ (KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS CO., LTD.) を貼付し、アロンアルファで固定した後、測定した。Bow にかかる電圧変化は、ゲージボックスを介して、直流式増幅器 (DC STRAIN AMPLIFIER AS2120, GE マルケット社製) で増幅し、データレコーダ (RA2000TPCM, TEAC 社製) に誘導し、レコーダ (OMUNI 8100, GE マルケット社製) に記録した。その後、電圧-力関係から行射時における bow strength を算出した。また個人ごとの最大 bow strength は、bow を固定した状態から、string (弦) に握力計の把握部を連結させ、個人の引き尺 (handle の把握部から顎までの距離) に合わせ、水平方向に握力計を牽引し、測定した。なお測定は 3 回行い、平均値を代表値とした。

III. 結果および考察

行射時における筋電図および重心動揺の X, Y 成分を同時に記録し、個人ごとの実記録について示したのが、Fig. 1 である。図中の (A) は High level archer, (B) は Middle level archer, (C) は経験年数 3 年の Low level archer, (D) は未経験者である。

Table 1 Characteristics of subjects

Subjects	Age (years)	Height (cm)	Body weight (kg)	Bow strength (kg)	Best score in competition (points)	Years in competition (years)
(A) archer	29	179.2	69.2	18.2	1,321/1,440	14
(B) archer	21	175.0	64.0	17.5	1,256/1,440	8
(C) archer	21	175.0	72.0	16.5	1,135/1,440	4
(D) control	24	170.0	60.1	13.3	—	0

Total point (1,440 points) = 30 m (36 arrows×10 points=360 points) + 50 m (36 arrows×10 points=360 points) + 70 m (36 arrows×10 points=360 points) + 90 m (36 arrows×10 points=360 points)

Bow strength: Maximal strength during full drawing

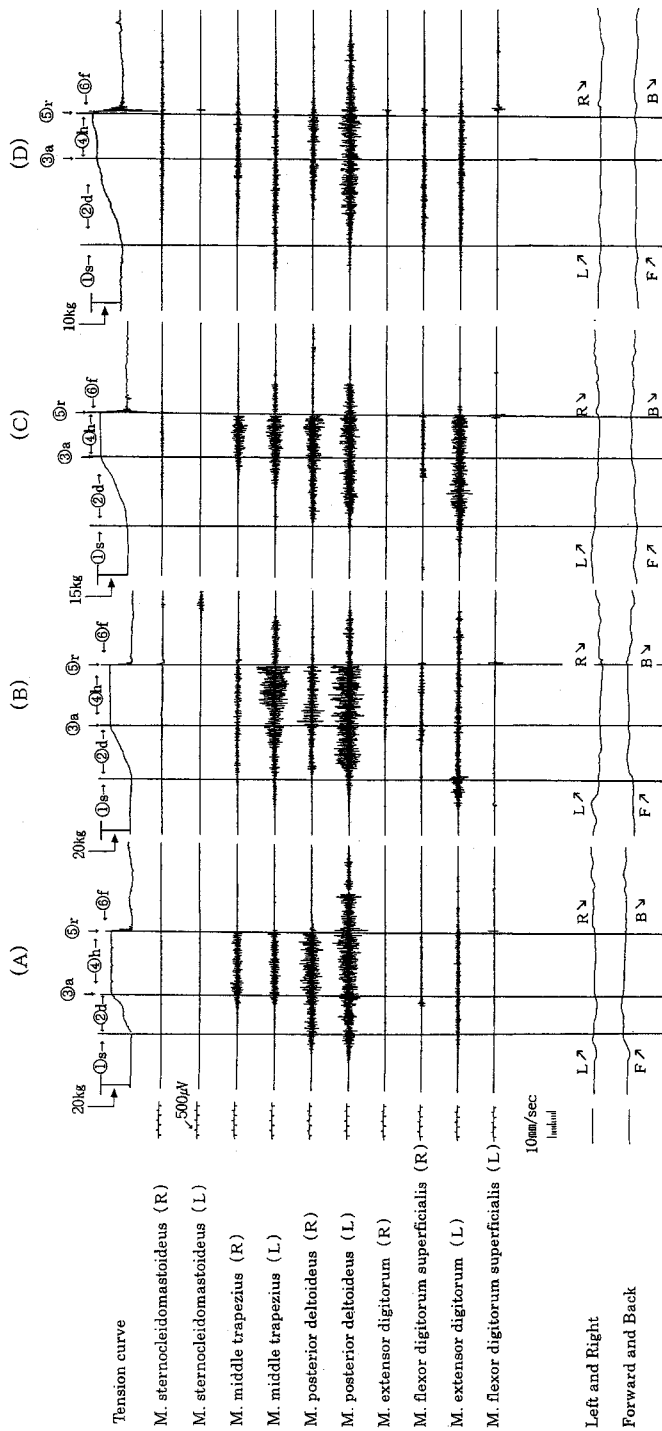


Fig. 1. Typical EMG and various parameter during push and pull in archery.

(A): archer (1,321/1,440 points). (B): archer (1,256/1,440 points). (C): archer (1,135/1,440 points). (D): control.

①s: set up ②d: drawing ③a: anchor ④h: holding ⑤r: release ⑥f: follow through

1. 行射時における bow tension curve の比較

行射時における bow tension curve は、High level archer の場合、drawing が二相性を示し、Middle level archer と Low level archer および未経験者は一相性を示していた。また drawing 時間は、High level archer が最も速い傾向にあり、ついで Middle level archer, Low level archer, 未経験者の順に遅延する傾向を示した。しかしこの結果が技術に直接反映しているのかについては今後の検討課題としていきたい。また holding における tension curve は、経験者 3 名ともに steady で振動幅が小さくなっており、未経験者は上昇する傾向にあった。Leroyer ら⁴⁾によると high level な archer は displacement の振動幅が小さく、varsity level は振動幅が大きいことから、技術 level が高くなるに従い振動幅が小さくなることを示唆しており、今回の我々の結果も類似した傾向にあった。また holding 時間は、経験者 3 名および未経験者とも一定した傾向を示していなかった。

2. アーチェリー行射時における筋電図の比較

行射時における胸鎖乳突筋の筋活動は、High level archer および Middle level archer, Low level archer, 未経験者ともに左よりも右の方が大きく、緊張性頸反射が働いている様子がうかがわれた。しかし右胸鎖乳突筋の筋活動は、未経験者が高く、ついで Low level archer, Middle level archer, High level archer になるに従い小さくなる傾向を示しており、この結果が技術 level に直接影響しているかどうかについては、今後の検討課題としていきたい。僧帽筋中部の筋活動は、High level archer の場合、drawing において左右の筋活動は僅かであり、anchor に入る直前から左右同時に筋活動が始まり、左右の放電量も類似した傾向にあり、release と同時に筋活動が消失した。Middle level archer の場合、drawing において左の筋活動が先行し、その後右も同時に筋活動が始まった。特に holding においては、右よりも左の筋活動が大きくなり、release と同時に左右の筋活動がほぼ同時に小さくなる傾向を示した。Low level archer の場合、anchor に入る直前から左右の筋活動が始まり、holding においては、右よりも左の放電量がわずかに大きくなり、release 直前には左右の放電量が小さくなり、その後左右の筋活動が小さくなる傾向を示した。未

験者の場合、drawing において左の筋活動が先行し、その後右も同時に筋活動が始まった。また holding においては、左右の筋活動が類似して大きくなり、release と同時に左右の筋活動がほぼ同時に小さくなる傾向を示した。したがって、行射時における左右の僧帽筋の筋活動は、4 者とも異なる傾向を示しているものの、なかでも未経験者の筋活動が特に持続的で小さいことがわかった。

三角筋後面の筋活動は、High level archer の場合、drawing 直前から筋活動が始まり、anchor に入る直前から左右同時に筋活動が増大し、その後 holding においても左右ともにわずかに増大する傾向にあった。その後、release と同時に右の筋活動が消失したが、左の筋活動は持続していた。Middle level archer の場合、drawing において左の筋活動が大きくなり先行し、その後右の筋活動が同時に始まった。特に drawing 直前から holding においては、右よりも左の筋活動が大きくなり、release と同時に右の筋活動が消失したが、左の筋活動は持続していた。Low level archer の場合、drawing から、左右の筋放電が始まり anchor に入る直前から左右の筋活動がやや増大する傾向にあった。holding においては、左右の放電量がわずかに大きくなり、release と同時に右の筋活動が消失したが、左の筋活動は持続していた。未経験者の場合、drawing において左の筋活動が先行し、その後右も同時に筋活動が始まり anchor までわずかに増大する傾向にあった。その後、holding においては、左右とも一定した筋活動が観察され、release と同時に右の筋活動は消失したものの、左の筋活動は持続していた。したがって三角筋後面の筋活動は、経験者 3 名および未経験者ともそれぞれ異なる様相を示していた。

総指伸筋の筋活動は、High level archer の場合、drawing 直前から release までの間は右ではほとんど観察されず、左の筋活動においてはこの間持続的に出現していた。Middle level archer の場合、drawing 直前から左の筋活動が先行し持続していった。Anchor 直前から右の筋活動が同時に始まり、release と同時に右の筋活動が消失したが、左の筋活動は持続していた。Low level archer の場合、drawing の直前から左の筋活動が先行し持続していった。しかし右の筋活動はほとんど出現しなかった。未経験者の場合、drawing 直前から release ま

での間は右ではほとんど観察されず、左の筋活動においてはこの間持続的に出現していた。

浅指屈筋の筋活動は、High level archer の場合、drawing 直前から release までの間は左ではほとんど観察されず、右の筋活動においてはこの間持続的に出現していた。特に anchor 直前からわずかに筋放電が増大し、Middle level archer や Low level archer においても類似した傾向を示した。未経験者の場合、drawing 直前から release までの間の筋活動は左ではほとんど観察されず、右においてはこの間持続的に出現していた。したがって、上肢の運動に関係する筋群は、アーチェリーの技術レベルの相違により異なることが観察された。

3. アーチェリー行射時における重心動揺の X, Y 成分の比較

行射時における重心動揺の X, Y 成分は、drawing においては 4 者とも変動しており、holding はそれほど変動しない傾向にあった。しかし行射時にはいろいろな姿勢反射が働いていることが考えられるので、詳細な検討が必要であり、今後の課題としていきたい。

要 約

今回の研究はアーチェリー経験者 3 名と未経験者 1 名を対象に、行射時における上肢の運動に関係する筋群と重心動揺の X, Y 成分を同時に観察した。その結果をまとめてみると以下のごとくである。

1. Bow tension curve は、drawing において High level archer が二相性を示し、他の 3 者は一相性を示していた。また未経験者は archer よりも set-up から release 間の tension curve の振動幅が大きかった。

2. 各筋群における筋放電パターンには、4 者とも異なる傾向を示していた。

3. 重心動揺の X, Y 成分については、drawing では 4 者とも変動が大きく、holding においてはそ

れほど変動しない傾向にあった。

謝 辞

今回の研究は、本学学友会アーチェリー部に所属する選手の方々ならびに関係各位の方々のご協力をいただいた。心より感謝の意を表する次第であります。

参 考 文 献

- 1) Clarys, J. P., Cabri, J., Bollens, E., Sneeckx, R., Taeymans, J., Vermeiren, M., Van Reeth, G. and Voss, G. (1990): Muscular activity of different shooting distances, different release techniques, and different performance levels, with and without stabilizers, in target archery. *J. of Sports Science*, **8**, 235-257.
- 2) Echert, H. M. and Wendt, D. M. (1967): Relationship between perception of pull and draw in archery. *Res. Quart.*, **38**(4), 544-549.
- 3) Hennessy, M. P. and Parker, A. W. (1990): Electromyography of arrow release in archery. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.*, **30**, 7-17.
- 4) Leroyer, P., Hoecke, J. V. and Helal, J. N. (1993): Biomechanical study of the final push-pull in archery. *J. of Sports Science*, **11**, 63-69.
- 5) Mountford, S. and Ainsley, J. (1966): Keeping informed: archery—an analysis of archery—*AJOT*, **20**(2), 93-99.
- 6) 小沼克己, 高田良平, 岡部正博, 藤田 透, 山本 博, 清田 寛 (2000): アーチェリー選手の肩関節等速性筋力の特徴. *日本体育大学紀要*, **29**(2), 183-194.
- 7) Pekalski, R. (1990): Experimental and theoretical research in archery. *J. of Sports Sciences*, **8**, 259-279.
- 8) Martin, P. E., Siler, W. L. and Hoffman, D. (1990): Electromyographic analysis of bow string release in highly skilled archers. *J. of Sports Science*, **8**, 215-221.